

## Editorial

Olaf Simanski\*, Thomas Schauer und Robert Riener

# Automatisierungstechnische Verfahren für die Medizin

Methods and systems of automation in medicine

DOI 10.1515/auto-2016-0123

Die Automatisierungstechnik mit ihren Aktivitäten auf den Gebieten der Steuerungs- und Regelungstechnik, der Optimierung und der Systemanalyse kann wertvolle Beiträge zur Verbesserung etablierter Therapien aber auch zur Einführung neuer Verfahren in der Medizin leisten. Darüber hinaus gelingt es mit Hilfe der Automatisierungstechnik geschädigte körpereigene Funktionen zu rekonstruieren. Ist eine Wiederherstellung der körpereigenen Funktionen nicht mehr möglich, können künstliche Organe zum Einsatz kommen. Die Erhaltung des Lebens mit maximaler Lebensqualität für den Patienten steht dabei immer im Vordergrund der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

Das Gesamtsystem, bestehend aus Patient und einem wie auch immer gearteten Unterstützungssystem besitzt eine interaktive Struktur. Beide Teilsysteme müssen miteinander kommunizieren und kooperieren. Je nach Anwendungsfall sollen solche Unterstützungssysteme autonom, ohne weiteres Zutun des Arztes über einen gewissen Zeitraum zuverlässig arbeiten.

Für die Forschung und Entwicklung im Überlappungsgebiet von Medizin und Automation sind sowohl Wissen und Erfahrungen auf dem Gebiet der Physiologie und Pathophysiologie als auch Kenntnisse im Bereich der Systemtechnik und Automation erforderlich. So existieren bis heute nur wenige exakte mathematische Beschreibungen komplexer physiologischer Zusammenhänge. Diese werden gegenwärtig zumeist qualitativ umschrieben.

Das nichtlineare, zeitvariante und in der Regel mehrfach mit anderen Systemen verkoppelte Verhalten hinreichend exakt zu beschreiben, ist die erste Herausforderung auf dem Weg zur Entwicklung und Bereitstellung von Automatisierungssystemen für die Medizin.

Der gemeinsam von der Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) und der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT) im VDE/VDI getragene Fachausschuss AUTOMED (Automatisierungstechnische Verfahren für die Medizin) hat sich zum Ziel gesetzt, den im Überlappungsgebiet von Automatisierungstechnik und Medizin tätigen Ingenieuren, Medizinern und Physikern eine Plattform zum regelmäßigen Gedankenaustausch zu geben. Die seit 1997 im 18 Monatsrhythmus organisierten Workshops bringen zumeist 50–80 Kollegen aus dem deutschsprachigen Raum für einen zweitägigen Erfahrungsaustausch zusammen. Dabei sind die Arbeitsgebiete recht vielfältig. Die Themen reichen von der Sensorentwicklung über die Rehabilitationstechnik bis zur Medizinrobotik, sowie von der Automatisierung in der Beatmung bis zur Wundheilung. Im Jahr 2015 hatten wir die große Chance als AUTOMED Fachgruppe das „9th IFAC Symposium on Biological and Medical Systems – BMS 2015“ in Berlin mitzuorganisieren und unseren Workshop in dieses zu integrieren. Neben der Organisation der BMS 2015 beteiligte sich der Fachausschuss AUTOMED in diesem Jahr mit einer Fokussession auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik BMT2015 in Lübeck.

Nachfolgend werden einige Themen, die 2015 unter anderem im Rahmen der Jahrestagung für Biomedizinische Technik im Fokus standen, präsentiert, wobei wir um ein möglichst breites Spektrum der Arbeiten bedacht waren.

Hydrozephalus ist eine angeborene oder erworbene Krankheit. Intrakranielle P-Wellen werden durch das in das Gehirn pulsatile einströmende Blutvolumen verursacht. Die Morphologie der P-Welle unterscheidet sich allerdings von der Pulswelle in der Aorta durch das

---

\*Korrespondenzautor: Olaf Simanski, Hochschule Wismar – University of Applied Sciences: Technology, Business and Design, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Bereich Elektrotechnik und Informatik, Postfach 1210, 23952 Wismar, E-Mail: olaf.simanski@hs-wismar.de

Thomas Schauer: Technische Universität Berlin, Fachgebiet Regelungssysteme, Sekretariat EN11, Einsteinufer 17, 10587 Berlin  
Robert Riener: ETH Zürich, Departement für Gesundheitswissenschaften und Technologie, Tannenstrasse 1, TAN E4, 8092 Zürich

Auftreten von Oberwellen. Die charakteristische Form der Pulswelle wird heutzutage für die Hydrozephalus-Diagnostik verwendet. In dem Beitrag von *Misgeld et al.* wird daher ein neues Modell verteilter Parameter für das vaskuläre System abgeleitet und mit einem Modell konzentrierter Parameter des intrakraniellen Raumes gekoppelt, wodurch erstmalig die Generierung intrakranieller P-Wellen auf Basis aortaler Druckpulse möglich wird.

Im zweiten Beitrag beschreiben *Scheel et al.* die Modellierung des elektromechanischen und pneumatischen Teils eines Atemtherapiegerätes als Vorbereitung einer modellbasierten Regelung des Beatmungsdruckes in der Maske bei der CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) Therapie.

Einen softwarebasierten Patientensimulator zur Evaluierung medizinischer Entscheidungssysteme haben Kollegen vom Institut für Technische Medizin in Furtwangen entwickelt. *Kretschmer et al.* zeigen neben dem Simulator auch Ergebnisse der Patientensimulation, die in ihrer Gesamtheit physiologisch plausibles Verhalten zeigen und so schneller, z. B. auch in Echtzeit berechnet werden können.

Die Blutgasregelung in low-flow-Anwendungen, speziell während normothermer ex-vivo Nierenperfusion, beschreiben *Gransow et al.* in ihrem Beitrag. Die Automatisierung erhöht die Betriebssicherheit und erleichtert die Bedienung. Für die Regelung von arteriellem Sauerstoff- und Kohlendioxidpartialdruck sind in dieser Arbeit zwei Regelungsstrategien anwendungsorientiert umgesetzt und in Simulationen, sowie im echten Prozess evaluiert worden.

*Kolditz et al.* zeigen in ihrem Beitrag wie Roboter und Patient während eines Aufbautrainings im Rahmen

einer Rehabilitationsmaßnahme erfolgreich interagieren können. Effektives Training erfordert hohe Muskelkräfte, die gleichzeitig hohe Belastungen von bereits geschädigten Strukturen bedeuten. Um trainingsinduzierte Schädigungen zu vermeiden, müssen diese Kräfte kontrolliert werden. Auf Basis zweier Vorstudien zu möglichen Stellgrößen wird der Aufbau eines robotischen Systems vorgestellt, das sowohl für Forschungszwecke als auch zur Entwicklung neuartiger Trainingsgeräte verwendet werden kann.

Ein Roboter spielt auch in der Arbeit von *Marcato et al.* eine wichtige Rolle. Er sortiert in diesem Fall Zebrafische ohne die Einwirkung von sichtbarem Licht. Die sich daran anschließende automatisierte Detektion von motorischen Reaktionen der Fische auf optische Reize und ein System zur automatisierten Verhaltensbeobachtung adulter Fische wird ebenfalls beschrieben. Ziel ist es, die meist manuelle Auswertung vorhandenen Bildmaterials bei den Experimenten mit den Eiern des Zebrafisches als Beispiel für biologische Modellorganismen zu automatisieren.

Wir hoffen, Sie, liebe Leserin und lieber Leser, durch die Auswahl der Arbeiten ein bisschen mitgenommen zu haben, in das interdisziplinäre Gebiet der Automatisierungstechnik für die Medizin. Weitere spannende Beiträge können wir Ihnen in der kommenden Ausgabe dieser, Ihrer Fachzeitschrift zusichern.

Den Autoren und Gutachtern sowie dem Chefredakteur der *at* danken wir an dieser Stelle für die ausgezeichnete Zusammenarbeit.

## Autoreninformationen



**Prof. Dr.-Ing. habil. Olaf Simanski**  
Hochschule Wismar – University of Applied  
Sciences: Technology, Business and  
Design, Fakultät für  
Ingenieurwissenschaften, Bereich  
Elektrotechnik und Informatik, Postfach  
1210, 23952 Wismar  
[olaf.simanski@hs-wismar.de](mailto:olaf.simanski@hs-wismar.de)

Prof. Dr.-Ing. habil. Olaf Simanski ist Professor für Automatisierungstechnik an der Hochschule Wismar. Er leitet dort unter anderem das Fachgebiet Automatisierungstechnik Mechatronik. Hauptarbeitsgebiete: industrielle und maritime Automatisierungstechnik, Automatisierungstechnik in der Medizin.



**Dr. Thomas Schauer**  
Technische Universität Berlin, Fachgebiet  
Regelungssysteme, Sekretariat EN11,  
Einsteinufer 17, 10587 Berlin  
[Schauer@control.TU-berlin.de](mailto:Schauer@control.TU-berlin.de)

Dr. Thomas Schauer ist Senior Researcher im Fachgebiet Regelungssysteme an der Technischen Universität Berlin und leitet dort das Labor „Rehabilitation Engineering and Assistive Technology“. Hauptarbeitsgebiete: Rehabilitationstechnik, Regelungstechnik, Automatisierungstechnik in der Medizin.



**Prof. Dr.-Ing. habil. Robert Riener**  
ETH Zürich, Departement für  
Gesundheitswissenschaften und  
Technologie, Tannenstrasse 1, TAN E4,  
8092 Zürich  
[robert.riener@hest.ethz.ch](mailto:robert.riener@hest.ethz.ch)

Prof. Dr.-Ing. habil. Robert Riener ist Inhaber einer Doppelp Professur für Sensomotorische Systeme an der ETH Zürich (Departement Maschinenbau) und der Universität Zürich (Fakultät Medizin) und leitet unter anderem das Sensory-Motor Systems Lab (SMS) im Institut für Robotik und Intelligente Systeme an der ETH Zürich. Zudem ist er zurzeit Vorsteher des Departements für Gesundheitssysteme und Technologie. Hauptarbeitsgebiete: Rehabilitationstechnik, Robotik, VR in der Medizin, Biomechanik.